



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

RENOVACE HISTORICKÉ TRAMVAJE

RENOVATION OF HISTORICAL TRAM

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Josef Rozsypal

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

BRNO 2019

Zadání bakalářské práce

Ústav:	Ústav automobilního a dopravního inženýrství
Student:	Josef Rozsypal
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Stavba strojů a zařízení
Vedoucí práce:	doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.
Akademický rok:	2018/19

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č. 111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Renovace historické tramvaje

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Vytvoření metodiky základních prací při renovaci historické tramvaje.

Cíle bakalářské práce:

Technická zpráva - metodika renovace historické tramvaje MT4 dle dochované výkresové dokumentace. Podmínkou renovace je zachování původní historické konstrukce vozu.

Seznam doporučené literatury:

SHIGLEY, Joseph E., Charles R. MISCHKE a Richard G. BUDYNAS. Konstruování strojních součástí. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-2629-0.

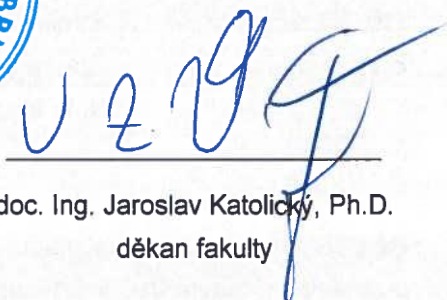
JAROLÍN, Zdeněk. Dopravní podnik města Brna, a.s.: katalog vozidel : 100 let elektrické tramvaje v Brně 1900-2000 : 70 let autobusové dopravy v Brně 1930-2000. Brno: Dopravní podnik města Brna, 2000.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2018/19.

V Brně, dne 26. 10. 2018



prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.
ředitel ústavu



doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

Cílem této závěrečné bakalářské práce je vytvoření metodiky základních prací pro renovaci historické tramvaje a následně tuto metodiku aplikovat na renovaci historické tramvaje 4MT.

Práce začíná obecným historickým přehledem. Následuje část věnovaná fázi před renovací a s tím spojenými úkony. Další kapitola vypovídá obecně o renovaci vozidel. Tato problematika je hlouběji rozebrána v následující kapitole, ve které je též popsán samotný postup renovace jednotlivých částí. Předposlední kapitola se zabývá dokončovacími pracemi, které následují po renovaci. V poslední části je rozebrána problematika schvalování vozidel podle drážních předpisů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Renovace, metodika práce, tramvaj 4MT, schvalovací proces, karoserie, kolejové vozidlo

ABSTRACT

The aim of this bachelor thesis is to create a methodology of basic works for the renovation of the historic tram and subsequently apply this methodology to the renovation of the historic tram 4MT.

The work begins with a general historical overview. Following is a section on pre-renovation and related tasks. The next chapter is about the renovation of vehicles in general. This issue is discussed in more detail in the next chapter, which also describes the process of renovation of individual parts. The last but one chapter deals with the finishing work that follows the renovation. The last part describes the approval process for the vehicle operation with passengers.

KEYWORDS

Renovation, methodology of work, tram 4MT, approval process, bodywork, rail vehicle

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Rozsypal, J. *RENOVACE HISTORICKÉ TRAMVAJE*. Brno, 2019. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automobilního a dopravního inženýrství. 42 s. Vedoucí diplomové práce doc. Ing. Miroslav Škopán, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, zpracoval jsem ji samostatně pod vedením doc. Ing. Miroslava Škopána, CSc. a s použitím literatury uvedené v seznamu.

V Brně dne 24. května 2019

.....

Josef Rozsypal

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu práce panu doc. Ing. Miroslavovi Škopánovi, CSc. za ochotnou, trpělivou a vstřícnou pomoc při konzultacích, panu Ing. Jiřímu Černému z dopravního podniku města Brna za vytrvalou pomoc, podporu a vstřícnost při konzultacích a při poskytování všech potřebných informací, panu Miloši Tlaskalovi z Technického Muzea v Brně za poskytnutí cenných informací a dokumentů a v neposlední řadě také všem svým blízkým za trpělivost a podporu během celého dosavadního studia.

OBSAH

Úvod	9
1 Historie	10
1.1 Historie renovace vozidel	10
1.2 Historie brněnské kolejové dopravy	10
1.3 Historie Královopolské Strojírny	14
2 Nálezový stav tramvaje	15
2.1 Obecná fáze před renovací	15
2.2 První fáze před renovací vozu 4MT	15
2.3 Podrobný popis stavu u vozidla 4MT	16
3 Renovace	19
3.1 Obecný postup při renovaci vozidla	19
3.2 Podklady pro renovaci	20
3.3 Rozebrání torza vozu 4MT	20
4 Renovace vozidla	21
4.1 Renovace vozové skříně	21
4.2 Renovace podvozku	22
4.3 Renovace pohonů, elektroinstalace, sběrače a kontroléru	23
4.4 Renovace kolejnicových brzd a mechanických brzd	28
4.5 Renovace interiéru	30
5 Sestavení vozidla	31
5.1 Skládání pohonu, rámu a brzd	31
5.2 Skládání interiéru	32
5.3 Skládání celého vozidla	33
5.4 Dokončovací práce	34
6 Schvalovací proces vozidla	35
6.1 Obecné schvalování vozidla:	35
6.2 Schvalovací proces u vozu 4MT	35
Závěr	36
Použité informační zdroje:	37
Seznam příloh	38

ÚVOD

Městská kolejová vozidla v České republice mají své trvalé místo již více jak 150 let. Za tento dlouhý čas prošel tento druh dopravy velkými změnami a je dobré si jednou za čas připomenout, jaké vozy zde dříve jezdily. Současný trend rostoucího zájmu o tuto oblast ze strany odborné i laické veřejnosti lze doložit tím, že každý dopravní podnik provozující městskou dráhu vlastní alespoň jednu historickou tramvaj. Avšak fenomén renovace historických vozů tu vždycky nebyl, proto není snadné pro tento proces získat dostačující a relevantní zdroje informací, neboť tato problematika není příliš zdokumentována. Cílem práce je alespoň částečně doplnit tyto zdroje informací a zmapovat renovační postupy a pomoci renovátorům při renovaci dalších historických tramvají.

Hlavním cílem této práce je vytvoření metodického návodu pro renovaci historických kolejových vozidel městské hromadné dopravy. Tato metodika je aplikovaná na konkrétní vůz. Jako vedlejší výsledek práce je vytvoření fotodokumentace z renovace tramvaje. Pro aplikování metodiky byla zvolena renovace historického vozu 4MT. Tento vůz byl renovován v ústředních dílnách dopravního podniku města Brna.

Tato práce se v první kapitole bude věnovat historii renovování vozidel, provozovateli tramvaje 4MT a taktéž jeho výrobci. Následující kapitola bude zaměřena na fázi před renovací vozidla. Třetí kapitola bude zaměřena na obecný postup při renovaci vozidla a čtvrtá kapitola na tuto část naváže, avšak v ní budou podrobně rozebrány jednotlivé fáze. Předposlední kapitola bude věnována dokončovacím pracím na tramvaji. V poslední části je rozebrána problematika schvalování vozidel podle drážních předpisů.

1 HISTORIE

1.1 HISTORIE RENOVACE VOZIDEL

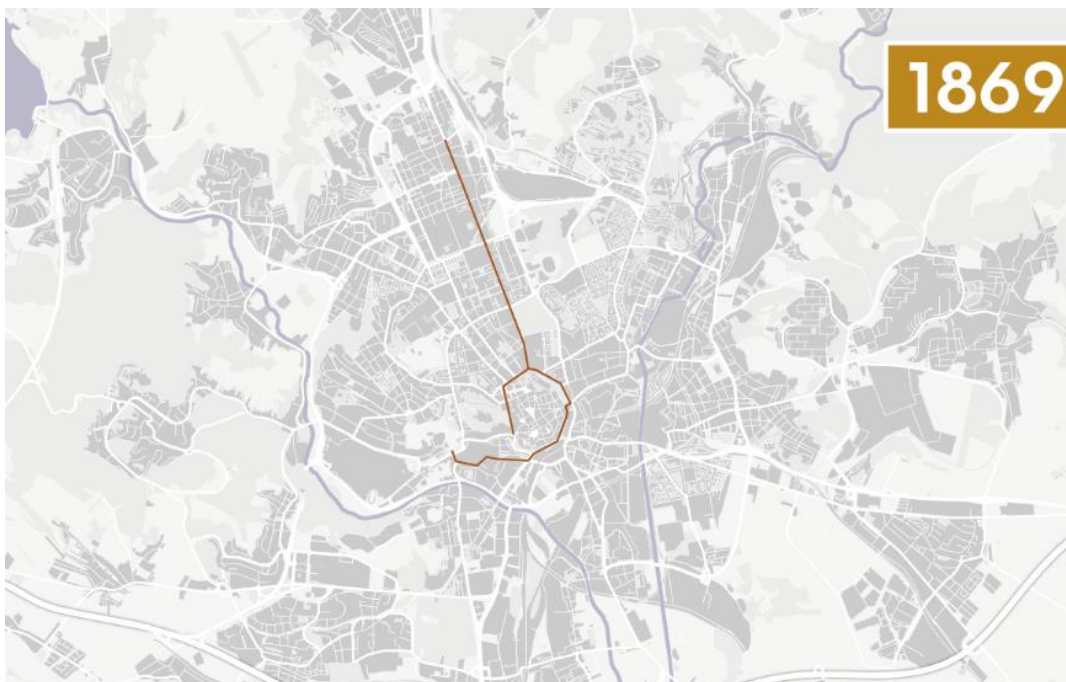
Od samotného počátku provozu kolejových vozidel se neustále opakuje cyklus, kdy série nových vozů po určité době v provozu zestárne a musí přenechat své místo v provozu novým, modernějším vozům, které zvýší komfort cestování pro cestující. Avšak po několika těchto obměnách začaly lidem historická vozidla v ulicích chybět a tento zájem se promítl do faktu, že téměř každý dopravní podnik vlastní alespoň jedno historické vozidlo. Můžeme pouze spekulovat, kdy tento trend nabral tempo, jaké má v dnešní době. Každopádně je velmi dobře, že je od laické veřejnosti poptávka po těchto skvostech, neboť tyto vozy připomínají starší generaci lidí jejich mládí a mladým můžou ukázat, jak cestovali jejich předkové.

Počátky historie renovací tramvají v Brně sahají do období konce 60. let 20. století, kdy byl pod hlavičkou Dopravního podniku města Brna připraven vozový park vozidel ze všech období provozu MHD (zejména tramvají) k oslavám výročí 100 let MHD v roce 1969. Po těchto oslavách však nové vedení DPMB dosazené po politických událostech v roce 1968 ztratilo o historická vozidla zájem, proto bylo v této době vládou Československa rozhodnuto vybudovat v brněnském technickém muzeu sbírku všech historických vozidel, která kdy jezdila na území tehdejší republiky. Tento krok bychom mohli označit jako přelomový moment v oblasti zachrany historických vozidel. Ke konci 80. let se ujal v československých dopravních podnicích trend vytvářet vlastní sbírky historických kolejových vozidel tak, aby je bylo možné například při slavnostech vypravovat na speciální linky. Renovace vozidel v této době měla velkou výhodu v tom, že se dosud zachovalo na skladech velké množství náhradních dílů z typů tramvají již dříve vyřazených, a taktéž existovala velká část odborného personálu, která tyto vozy dosud pamatovala. Tyto faktory velmi usnadňovaly samotnou renovaci vozidel. Bohužel, ke konci 20. století trend renovovat historická vozidla mírně ustoupil, jelikož finanční situace nedovolovala dopravním podnikům do tohoto odvětví investovat kapitál. Naštěstí, v novém tisíciletí se situace spravila a během následujících roků bylo zrenovováno velké množství historických vozidel. Je však nutno zdůraznit zhoršenou situaci pro renovace. Ta byla způsobena nedostatkem náhradních dílů pro vozy a taktéž chybějící technickou dokumentací, jež byla v průběhu předešlých let zničena s cílem uvolnit zaplněné prostory.

1.2 HISTORIE BRNĚSKÉ KOLEJOVÉ DOPRAVY

Slavnostní zahájení koněspřežné dráhy proběhlo v Brně 17. 8. 1869 [1]. Celá kolejová síť byla v řádu kilometrů a na tahání vozů byli použiti 1–2 koně, výjimečně koně 3. Vlečné vozy se dělily do dvou skupin. První typ vozů byl tzv. letní vůz. Jednalo se o vozy bez uzavřených salónů a bez oken. Jediné, co krylo cestující, byla střecha, některé vozy nad okny svinuté plátno, které se v případě deště rozvinulo přes okna, aby na cestující nepršelo. Druhý typ vozů byl tzv. zimní vůz. Nesmíme opomenout, že v řadách brněnských drah byl v této době provozován jeden luxusní vůz.

V tomto období se počty vypravených vozů počítaly do řádů jednotek a linkové intervaly byly v řádu desítek minut. Koněspřežná železnice bohužel nebyla trvalým řešením pro město. Jako problém se ukázal zanedbaná kolejová síť a také vysoká cena přepravy. Díky těmto důvodům byl provoz koňky mezi roky 1874-1876 přerušen. V roce 1876 byl opět obnoven, avšak v roce 1880 došlo k trvalému zrušení koňky. [1] [2]



Obr. 1 Síť koňské dráhy v roce 1869 [3]

Ve druhé fázi se městská rada rozhodla pro změnu druhu kolejové dopravy. Vyhlásila konkurz na nového provozovatele. V této době se jednalo o parní lokomotivy. Problém nastal při přivedení myšlenky do praxe. Kolejový svršek, po kterém jezdily vozy tažené koňmi, nebyl schopen unést parní lokomotivy, které vážily přibližně 16 tun. Po nutných úpravách provoz parních tramvají nakonec odstartoval v roce 1884. Jelikož se parní tramvaje v Brně osvědčily, bylo ve městě provozováno v jeden čas až 10 lokomotiv. S postupem času se zvyšovaly i počty přepravených osob ve městě a s rozvojem města přibývaly nové tratě a s tím se zvyšovaly i počty vypravených vozů. Provoz parních tramvají byl výhodný mj. v tom, že za jednu lokomotivu bylo možné zapřáhnout až čtyři vozy, což za časů koněspřežné dráhy to byl nanejvýš jeden vůz za pár koní.

Brno nechtělo zůstat pozadu oproti vývoji městské dopravy v ostatních městech. Například v Olomouci vyjely první elektrické tramvaje již roku 1899 a tak rada města chtěla co nejrychlejší elektrifikaci, která se zdárně povedla v roce 1900 [1]. V tomto roce poprvé vyjela první elektrická tramvaj v Brně. Parní stroje byly přesunuty k tahání nákladních vozů po městských vlečkách, které byly nezdědkou propojeny i s tramvajovou sítí. Tehdy se tento druh dopravy v Brně používal běžně pro přepravu nákladů mezi jednotlivými fabrikami ve městě. Zajímavostí je, že úřad vydal koncesi na používání elektrické energie pro provoz tramvají pouze na 50 let.

První roky 20. století se nesly v nákupu nových motorových elektrických vozidel, jejichž obsaditelnost čítala 39 lidí a též nákupu vlečných vozů. V této době se také stále zvyšoval počet přepravených osob za rok. V tomto období většina tratí byla jednokolejných. V předválečném období vypovědělo město smlouvu s dosavadní provozní společností a nad městskými drahami převzalo vedení město. To začala investovat do rekonstrukce a také do zdvoukolejňování tratí, neboť v některých úsecích již kapacita tramvajové dopravní cesty nedostačovala zkracujícím se intervalům mezi jednotlivými spoji. V roce 1914 začala první světová válka a tato skutečnost se projevila i na provozu v ulicích. Během války na brněnské nádraží přijíždělo velké množství vlaků se zraněnými vojáky z fronty. Na tuto situaci navazovalo opatření, v němž dopravní podnik upravil některé vlečné a motorové vozy na převoz raněných vojáků. Tyto soupravy pak vozily raněné do lazaretu, který se nacházel na dnešní ulici Veveří. V průběhu války se také zhoršoval stav vozidel.

28. 10. 1918 vznikla nová Československá republika. Vídeňskému provozovateli byla vypovězena smlouva a provoz převzala česká firma. V době první republiky brněnský provoz začal vzkvétat. Do Brna bylo dodána poslední nasmlouvaná část rakouských motorových vozů. Dále již následovaly nové vozy z brněnské firmy Porges-Lederer (pozdější Královopolská strojírna). Tratě v tomto období až na výjimky byly již dvoukolejné a interval se na vybraných tratích pohyboval okolo 7,5 minuty.

V období 2. světové války se v Brně na poměry doby realizovalo velké množství staveb. Bohužel, roky 1944 a 1945 byly pro brněnské tramvaje dost nemilosrdné. Při bombardování podniků spojenci v roce 1944 byla zničena velká část tratě do Líšně. 8. 4. 1945 byla zničena velká část tratí ve městě při velkém náletu na centrum města. Po osvobození města následovala oprava všech poničených tratí a infrastruktury a tramvajový provoz byl znovu zprovozněn již 34 dní po osvobození města, a to 22. května 1945. Jednalo se však o velmi zredukovaný stav oproti válečnému období. Provoz ve stejném měřítku jako před nálety se podařilo obnovit až 28. října téhož roku. [1]

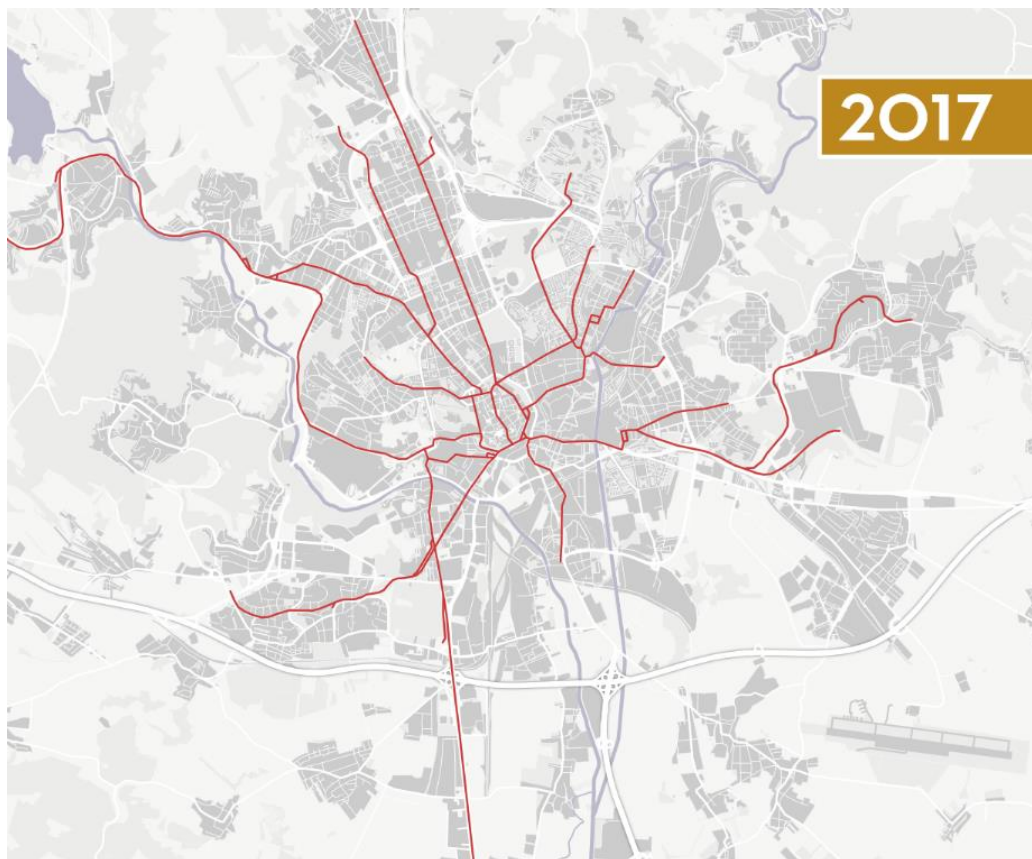
V tomto zlém období se též opravovaly zničené vozy, které bylo reálné zachránit. Ve všudypřítomné dobré náladě z konce tyranie pod německými vojsky se začaly hojně budovat i nové tramvajové tratě. V tomto období se též začaly dodávat vozy z místní Královopolské strojírny. Zajímavostí je, že tyto vozy i většina starších neměly typové označení tak jako například pozdější vozy ČKD Tatra T3. Vozy se označovaly evidenčními čísly, mezi provozním personálem se rozlišovaly také pomocí přezdivek. Největší dodávka vozů, a to 4MT z Královopolské strojírny, se odehrála v roce 1950, kdy Královopolská vyrobila 25 motorových a 30 vlečných vozů označených 4MT (resp. 3VL). Původně se zvažoval provoz jednoho motoráku a dvou vlečných vozů, avšak z technických důvodů tato koncepce nebyla možná. Proto bylo v tehdejších ústředních dílnách dopravního podniku v Pisárkách vyrobeno dalších 5 motorových vozů 4MT. V roce 1957 nastal v městské hromadné dopravě velký zlom. Do Brna byla dodána první velkokapacitní tramvaj Tatra T2. Jednalo se o předchůdce známých T3. Celkem bylo během 4 let dodáno 94 vozů T2. Od roku 1963 do roku 1972 probíhala dodávka vozidel T3. V roce 1967 započala dodávka vozidel K2. Poslední dvounápravový vůz (4MT), dojezdil 29. 3. 1974. V roce 1982 byla obnovena dodávka vozů pro Československá

města. Nové vozy T3 (označené jako T3SUCS) odebral v letech 1985–1989 i DPMB (celkem 48 vozidel). Dohromady se v Brně vystřídalo celkem 175 vozů T3. Zcela novým typem v Brně se staly obousměrně vozy KT8D5 dodávané od roku 1986. Do roku 1993 měl DPMB k dispozici 28 těchto vozů. [1]



Obr. 2 Souprava vozu 4MT a vlečného vozu na historické fotografii z roku 1973 (zdroj: soukromý archiv p. Miloše Tlaskala)

V průběhu devadesátých let bylo dodáno 7 vozidel KT8D5N (inovovaná verze s nízkopodlažním středním článkem), 20 vozidel T6A5, 4 vozy RT6N1. V průběhu 21. století probíhají rekonstrukce všech tramvajových vozidel. Vozy K2 jsou rekonstruovány na částečně nízkopodlažní tramvaje Vario LF2, T3 jsou modernizovány na vozy Vario LF. Je to z důvodu požadavku vysokokapacitních vozidel pro linku 1. Zde jezdí spojené vozy Vario LF2 a Vario LF. Výrazným prvkem dnešních brněnských tramvají je 49 5článkových vozidel Škoda 13T a 17 vozů Škoda LTM 10.08.1 („Anitra“). Od roku 2019 budou dodávány díly pro nové plně nízkopodlažní tramvaje EVO2, které budou kompletovány ve vlastních dílnách. Během 5 let by DPMB měl poskládat 41 těchto tramvají, které zcela nahradí tramvaje K2.



Obr. 3 Tramvajová síť v Brně v roce 2017 [3]

1.3 HISTORIE KRÁLOVOPOLSKÉ STROJÍRNY

Královopolská strojírna (dále jen KPS) byla založena roku 1889 pány Filipem Porgesem a Augustem Ledererem. V první etapě své existence firma vyráběla nákladní cisternové železniční vozy a parní kotle, v pozdějších letech také tramvaje. V roce 1950 započal konec výroby vagonů. V tomto období zde také vznikaly tramvajové vozy 4MT (25 kusů) a též i vlečné vozy 4MT4 (30 kusů), které se spojovaly s motorovými vozy. Původní záměr byl spojit soupravy jednoho motorového vozu a dvou vlečných vozů, avšak kvůli bezpečnosti bylo od záměru upuštěno. Proto se v Dopravní podnik města Brna v roce 1954 rozhodl pro dodání dalších pěti motorových vozů, avšak v KPS již byl tento výrobní program ukončen, tudíž byl Dopravní podnik nucen vyrobit si tramvaje ve svých dílnách sám podle dokumentace z KPS. Po privatizaci firma KPS změnila název na Královopolská a.s. a dnes se zabývá výrobou pro chemický a petrochemický průmysl, jeřáby a další ocelové konstrukce. [4]

(Podle vnitropodnikové knihy: Královopolská strojírna-Brno, 1889-1979)

2 NÁLEZOVÝ STAV TRAMVAJE

2.1 OBECNÁ FÁZE PŘED RENOVACÍ

Při nalezení vaku tramvaje a předběžném plánování jeho renovace, je nejprve nutné se zaměřit na tyto operace:

- Zjistit, kdo je majitel vozidla
- Zjistit identifikační prvky vozidla
- Předběžně vozidlo ohledat tak, aby bylo možné stanovit harmonogram renovace a harmonogram prací na vozidle
- Zhodnotit finanční situaci renovátora a porovnat ji s náklady spojenými na renovaci
- Zjistit možnosti převozu vozidla
- Zjistit, zdali bude zajištěn odborný personál a prostory vhodné pro renovaci vozidla

Pokud bude na základě těchto faktů rozhodnuto o renovaci vozidla, je možné přistoupit k následujícím úkonům:

- Převést vozidlo do místa, kde proběhne renovace
- Rozebrat vak na funkční celky tak, aby se jednotlivé celky přidělily odborným pracovištím

2.2 PRVNÍ FÁZE PŘED RENOVACÍ VOZU 4MT

2.2.1 PRVNÍ SEZNÁMENÍ S VOZEM A JEHO HISTORIE

Vůz 4MT ev. č. 134 byl vyroben jako jeden z posledních v Královopolské strojírně v roce 1950. Po dlouholetém provozu s cestujícími byl v roce 1974 odstaven a následně předán Technickému muzeu v Brně, které jej využívalo jako nářadový vůz v lišeňském areálu. Vůz byl až do roku 2017 odstaven na venkovní ploše. V tomto období se rozhodlo o zrekonstruování soupravy tramvají 4MT k výročí 150 let brněnské městské hromadné dopravy. Vůz byl odkoupen Dopravním podnikem města Brna, a. s. a převezen pomocí silničního podvalníku do areálu vozovny Medlánky, kde byla v druhé polovině roku 2017 zahájena jeho náročná renovace. Před započítím opravy se vůz nacházel v dezolátním stavu.

2.2.2 PROZKOUMÁNÍ VRAKU TRAMVAJE

Před samotným odkoupením a převezením vozidla bylo nutné bližší ohledání vozidla v místě, kde se vůz původně nacházel. U našeho vozidla se jednalo o areál Technického muzea v Brně. Výhodou bylo, že k vozu existovaly doklady, byla známa historie vozidla a též byly nalezeny i identifikační prvky na voze. Dále pak bylo zjištěno, jak dlouho je odstaven, kdy majitel vůz odkoupil, jaké má vůz evidenční číslo a také výrobce vozidla. Následně bylo zapotřebí zjistit, v jakém reálném stavu se vozidlo nachází a na základě těchto poznatků vytvořit předběžný seznam celků, které úplně chybí nebo jsou fatálně poškozeny a bude je nutné vyrobit a dílů, které se budou moci použít na renovovaném voze a projdou pouze renovací.



Obr. 4 Nálezový stav vozu 4MT (zdroj: soukromý archiv p. Miloše Tlaskala)

2.3 PODROBNÝ POPIS STAVU U VOZIDLA 4MT

Při podrobném ohledávání reálného stavu vozidla je nutné rozdělit jednotlivé funkční celky vozidla na části tak, aby jednotlivé ohledávání a operace prováděl odborný personál, který je proškolen na danou problematiku. Dále pak samotné ohledání by mělo být provedeno osobou, která je dostatečně znalá problematiky. Při stanovování rozsahu renovace jednotlivých komponent je zapotřebí dbát na finanční stránku prací, a zároveň na budoucí bezpečnost při provozu vozidla. Největší pozornost musí být věnována detekci prasklin na pohonech, kolech a hřídelích a dalším funkčním prvkům, u kterých na první pohled vše vypadá v pořádku, ale skrývají fatální závadu. Důležitým faktorem při renovaci je též harmonizace termínů jednotlivých prací a pečlivé rozvržení tak, aby jednotlivé práce na sebe plynule navazovaly.

2.3.1 EXTERIÉR

Na první pohled vozidlo ze vnějšku připomínalo spíše torzo a kousek vhodný pro sběrnou železného odpadu. Tramvaji chyběla většina vnějších dílů, které lze na běžném voze spatřit. Přední světlomet a zadní koncové světlo bylo demontováno, stejně tak směrovky, zrcátka a čelní transparent. Skládací dveře byly na svých místech pouze na předním a zadním vstupu. Prostřední byly demontovány.

Vnější oplechování bylo zkorodované, místy byl plech zkorodován naskrz. Na oplechování bylo možné spatřit zbytky nepůvodního žlutého laku, který byl na vůz aplikován až v rámci působení v TMB jako nářadový vůz. V zadní části chyběl kus střechy. Tento fakt způsobil rozsáhlou korozi nosné konstrukce střechy v zadní části vozu. Velká část plochy vozu byla posprejována vandaly. Pro vůz tyto atmosférické podmínky a doba, po kterou se zde nacházel, představovaly zkázu, kterou dokonala demontáž zbytku dílů. Okna byla odstraněna. Nosný rám s karoserií se zachoval s menšími deformacemi a povrchovou korozí, a kromě části chybějící střechy a popraskaných stojin byl relativně v pořádku.

2.3.2 INTERIÉR

Interiér byl demontován, rozebrán a zničen. Podlaha byla z části vytrhána a ta, co zbyla, byla nepoužitelná. Při odkupu vozidla z TMB byl interiér zaskládán nepořádkem. Ve voze se nacházely např. staré pneumatiky od auta, různé plechy a vše bylo navršeno na hromadu. Bohužel, v interiéru vozu se toho moc nezachovalo. Sedačky byly všechny odstraněny, obložení stěn bylo též zničeno a demontováno. Vůz se nacházel bez oken. Palubky na podlahách byly vytrhány, vyřezány nebo zbylé byly pokrouceny a samovolně poházeny po zemi. Stanoviště řidiče vozu bylo kompletně odstraněno. Chyběl i kontrolér pro řízení vozidla.

2.3.3 POHONY A RÁM PODVOZKU

Na rámu podvozků byly zjištěny praskliny nebo deformace způsobené opotřebením v provozu nebo při dopravních nehodách či vykolejeních. Převodovky byly opotřebované a na první pohled bylo jasné, že oba pastorky i ozubená kola budou muset být nahrazeny novými. Oba motory byly nad očekávání ve velmi dobrém stavu. I přes dlouholeté stání na otevřené ploše byly suché, vyhověly i po stránce izolace, komutátory byly v pořádku. Chyběly jen drobné díly uhlíkových komor, byla ojetá ložiska, popraskaná přívodní kabeláž atd.

2.3.4 ELEKTROINSTALACE A ELEKTRICKÁ ZAŘÍZENÍ

Z elektroinstalace ve voze též zůstalo jen torzo. Veškeré osvětlení, směrová světla, vnější osvětlení bylo demontováno. Řídící kontrolér zcela chyběl, rozjezdové a brzdové odpory však byly téměř kompletní. Torzo kabeláže bylo zcela nepoužitelné.

Bylo jasné, že veškerá elektroinstalace, i když u těchto vozidel není složitá, bude muset být kompletně nová. Sběrač proudu rovněž zcela chyběl.

2.3.5 VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE VOZU

Výkresová dokumentace k vozu se dochovala ve velkém množství. Je nutno podotknout fakt, že u výrobce se žádná dokumentace nenalezla, protože v historii při vyklízení archivu byla část zachráněna soukromými osobami a část byla zničena. Z toho důvodu se veškerá dokumentace brala z těchto tří zdrojů:

- archiv ústředních dílen DPMB
- archiv Technického muzea v Brně
- soukromý archiv p. Miloše Tlaskala

Před samotným použitím dokumentace bylo nutné, aby ji upravil konstruktér ústředních dílen dopravního podniku, který z dostupných výkresů vytvořil výrobní dokumentaci, dle které pak postupují externí dodavatelé nebo pracovníci ústředních dílen. Část technické dokumentace byla konstruktérem vytvořena jako zcela nová. Jako vzor pro vytvoření dokumentace posloužila historická tramvaj 4MT ev. č. 4058 Dopravního podniku města Brna v salónní úpravě a také souprava vozů ev. č. 126 + 301 Technického muzea v Brně.

2.3.6 ZAKOUPENÉ DÍLY

Většina součástí, které nebylo možné renovovat nebo vyrobit na základě dokumentace v ústředních dílnách DPMB bylo nutné zakoupit u externích dodavatelů. V drtivé většině se jednalo vzhledem k vysoké specifičnosti o zakázkovou výrobu např. pastorek, ozubené kolo, nápravy, loukoťová kola, kolové obruče, madla, kostry sedadel, okna, díly ruční brzdy, pružiny atd.

3 RENOVACE

3.1 OBECNÝ POSTUP PŘI RENOVACI VOZIDLA

- ❖ Přidělení jednotlivých funkčních celků daným pracovištím
- ❖ Důkladná prohlídka a kontrola všech dílů, které budou znova použity, aby bylo minimalizováno nebezpečí nehody
- ❖ Doplnění a upravení průběhu prací na vozidle dle nových poznatků z důkladné kontroly
- ❖ Zadání nových dílů do výroby
- ❖ Karoserie a rámy vozidla:
 - Odstranění nečistot a koroze: Ideální metoda tryskání
 - Vyvaření karoserie a nahrazení silně poškozených částí novými
 - Zabroušení svárů do hladka
 - Tmelení
 - Nanesení ochranných vrstev-konkrétních druhů barev
- ❖ Pohony vozidla:
 - Kontrola vinutí motorů
 - Nahrazení původní převodky novou (dle stavu)
 - Kompletní výměna ložisek
 - Kontrola kol a hřídelí pomocí defektoskopie, popřípadě nahrazení novými díly
- ❖ Brzdy
 - Kompletní výměna čepů, pružin a šroubů a všeho spotřebního materiálu
 - Odstranění koroze a nečistot: Vhodná metoda tryskání
 - Kontrola táhel, ramen a dalších dílů na trhliny a další poškození
 - Nanesení nové ochranné vrstvy-nejvhodnější je odolná barva na podvozky tramvají
- ❖ Interiér
 - Snažit se zachránit původní díly
 - Nové díly nutné vyrábět tak, aby interiér odpovídal původnímu stavu
 - Nutné rozvedení nové elektroinstalace
- ❖ Sestavení vozidla
 - Skládat podle jednotlivých funkčních celků
 - Seřadit všechny funkční prvky
- ❖ Oživení vozu: prozkoušení všech elektrozařízení a jejich správné funkčnosti
- ❖ Zkušební jízda a složení bezpečnostní zkoušky, provedení revize elektrického zařízení vozu
- ❖ Vydání průkazu způsobilosti drážního vozidla Drážním úřadem ČR



Obr. 5 Vůz 4MT s vlekem renovovaný v 80. letech 20. století, majetek TMB v Brně (zdroj: soukromý archiv p. Miloše Tlaskala)

3.2 PODKLADY PRO RENOVACI

- Dobové materiály
- Fotografie
- Technická dokumentace
- Dříve renovované vozy
- Vzpomínky pamětníků

3.3 ROZEBRÁNÍ TORZA VOZU 4MT

Po přivezení vozidla do ústředních dílen DPMB jako první nastala fáze rozebírání vraku. Byl vyvázán podvozek a poté nápravy, jednotlivé celky byly rozděleny pro daná pracoviště v ÚD. Následovalo rozdělení jednotlivých dílů a byl sepsán výčet prací, kterými renovace bude začínat.

4 RENOVACE VOZIDLA

4.1 RENOVACE VOZOVÉ SKŘÍNĚ

4.1.1 OBECNÝ POSTUP PŘI RENOVACI VOZOVÉ SKŘÍNĚ

Vozová skříň tramvaje se skládá ze dvou hlavních částí: nosného rámu a krycích plechů. Nejprve je nutné celý povrch zbavit koroze a nečistot. Pro dosažení tohoto stavu je nejideálnější metoda tryskání. Následně je zapotřebí zkontrolovat nosný rám, zda neobsahuje praskliny, deformace nebo jiné poškození. Pokud ano, je zapotřebí tato místa vyvařit a zkontrolovat pomocí defektoskopie. Následuje výměna korozi narušených plechů. Nejideálnější způsob je nahrazení celého plechového dílu za nový, pokud je dané místo silně poškozeno. Po kompletním vyvaření následuje zahlázení svárů tak, aby vznikla hladká plocha. Poté je na celý rám nanесena vrstva tmelu a následuje zahlázení do úplné hladkosti. Poslední částí je nanесení laku. Lakování by mělo probíhat ve speciálních boxech, kde je zaručena bezpečnost pro obsluhu a je zaručena kvalita laku.

4.1.2 POSTUP PŘI RENOVACI VOZOVÉ SKŘÍNĚ U VOZIDLA 4MT

Rám sám o sobě nebyl ve špatném stavu. Problém byly praskliny způsobené v historii a povrchová koroze. Stojinové profily byly na mnoha místech popraskané pravděpodobně z důvodu poddimenzování z výroby. Plechy, vzhledem k jejich tloušťce a namáhání, byly na mnoha místech prorezlé naskrz. Na celé karoserii byla nejprve provedena vizuální kontrola. Poté následovalo otryskání celé konstrukce vybranou firmou v areálu dopravního podniku. Tryskání je metoda čištění materiálu, kdy jsou na dané kovové součásti pod tlakem vhnány broky, písek nebo jiné abrazivo. Tím se odstraní veškeré nečistoty z materiálu a taktéž jsou zvýrazněna místa, popřípadě proděravěná místa, kde je materiálu velmi málo, popřípadě kde je poškozený. Tryskání také odstraní veškerou korozi a připraví tak materiál na nanášení barvy. Po tryskání následovalo přesunutí karoserie na karosárnu ústředních dílen. Zde karosáři postupně vyvařili všechna prorezivělá místa a také praskliny v rámech a nosnících. Některé plechy bylo nutné z důvodu velkého poškození vyměnit v celé délce. Po vyvaření jednotlivých míst byly sváry zabroušeny tak, aby vznikl hladký povrch. Další operací bylo nanесení vrstvy tmelu na celý povrch vozu tak, aby povrch byl dokonale hladký po celé ploše. Následovalo převezení karoserie do lakovny. Před samotným lakováním byly zakryty otvory na dveře a na okna. Spodek vozu byl nastříkán ochrannou barvou, poté byla celá vozová skříň nastříkána do barevných odstínů dle původního barevného schématu. Dominuje červená RAL 3001, krémová RAL 1013 a šedá (střecha) RAL 7012.



Obr. 6 Detail nastříkaného rámu při montáži (14.2.2019)

4.2 RENOVACE PODVOZKU

4.2.1 OBECNÝ POSTUP PŘI RENOVACI PODVOZKU

Podvozek je část tramvaje, na které je usazena vozová skříň. Skládá se z rámu podvozku, náprav, motorů, systému mechanické brzdy atd. Nejprve je nutné celý podvozek zbavit nečistot a koroze. Jako u vozové skříně je nejlepší metodou otryskání. Následuje kontrola, zdali není rám pokriven nebo jinak zdeformován. Viditelně prasklá místa je nutné zavařit a zkontrolovat pomocí defektoskopie, zda nejsou skryté trhliny v rámu. Pokud ano, je nutné tato místa vybrousit a zavařit. Následně je zapotřebí sváry zabrousit tak, aby vznikla hladká ploška. Následuje výměna opotřebovaných částí, především vodících lyžin, které vedou domky, ve nichž jsou uloženy hřídele. Na závěr je zapotřebí rám nalakovat ochrannou antikorozi barvou.

4.2.2 RENOVACE PODVOZKU U VOZIDLA 4MT

Podvozek byl po odstojení ve špatném stavu. Rám byl na mnoha místech prasklý a lehce zkorodovaný. Dále pak bylo na rámu v historii provedeno velké množství neodborných úprav, protože vůz sloužil pouze jako služební a v dřívějších dobách se opravy prováděly různými kreativními metodami. Bylo rovněž nutné rám podvozku po odstojení narovnat. Vlivem dopravní nehody, kterou v historii vůz absolvoval, byl nosný rám zkroucen v podélném směru.

Původním záměrem, i vzhledem k velikosti a hmotnosti rámu, bylo vybrat odbornou firmu, která by provedla narovnání. Avšak okolnosti nedovolily tento postup, proto bylo rozhodnuto narovnat rám vlastními silami v ústředních dílnách. Zde také se samotná operace odehrála se zdárným koncem. Rám byl zavěšen na jeřáb a poté pomocí zvedáků a postupného nahřívání autogenem se rám srovnal do původního stavu. Následovalo vyvaření prasklin a doplnění chybějících nebo opotřebovaných dílců. Rám byl též otryskán. Na závěr obdržel nástřik ochrannou barvou šedé barvy stejně jako spodní část karoserie.



Obr. 7 Opravený podvozek s montáží mechanické brzdy (24.10.2018)

4.3 RENOVACE POHONŮ, ELEKTROINSTALACE, SBĚRAČE A KONTROLÉRU

4.3.1 POHONY

OBECNÝ POSTUP PŘI RENOVACI POHONŮ

Pod pojmem pohony lze definovat všechny části vozidla, které zajišťují pohyb vozidla a taktéž části, které tento pohyb umožňují. V této podkapitole bude tedy zmínka o motorech, převodovkách, nápravách s koly a ložiskových domcích. Nejprve je zapotřebí se zaměřit na motory. Motory jsou u historických tramvají zpravidla dva. Nejprve je zapotřebí motory rozebrat na jednotlivé díly. První hlavní část tvoří rotor. Zde je zapotřebí zkontrolovat kvalitu pastorku a hřídele, jestli neobsahují trhlinky. Poté následuje kontrola vinutí. Pokud vinutí má při měření nekonečný odpor, je vinutí v pořádku. Bohužel, ochranná vrstva vinutí stárne, a i tak je zapotřebí tuto část motoru renovovat. Další část tvoří stator. Tato část též musí být zkontrolována. Je doporučeno tuto část též nechat převinout tak, aby nehrozilo proražení vinutí.

Poslední část tvoří ložiska. Ložiska je nutné vyměnit, aby se zaručila dlouhá životnost motoru. Převodovka je zařízení, které přenáší krouticí moment z motoru na hřídel. Je tvořena dvěma ozubenými koly-pastorkem a velkým ozubeným kolem. Ozubení je doporučeno nechat vyrobít nové podle původní výkresové dokumentace. Ozubená kola (převodovky) jsou velmi namáhané součásti a jejich výměna zaručuje bezpečný provoz v budoucnosti. Ozubená kola je doporučeno nechat vyrobít na zakázku u odborné firmy. Přenos krouticího momentu z převodovky na koleje je prováděn pomocí hřídele a kol. Hřídele je doporučeno vyrobít nové z důvodu velkého namáhání na cyklický ohyb. Pro výrobu nových hřídelí je vhodné použít původní výkresovou dokumentaci, protože zpracovat nový výkres podle původní hřídele může znamenat zánět do nového výrobku velké množství nepřesností, protože stará hřídel může být zdeformovaná, popřípadě jinak poškozena. Kola se skládají z obroucí a loukotí. Obruče je nutno nechat vyrobít nové v případě, že jejich průměr již není dostatečný podle předepsané normy. Loukotě je možné použít nové. Jejich výroba by byla velmi finančně náročná. Loukotě je nutné zkontrolovat pomocí defektoskopie a případné trhliny vybrousit a vyvařit. Po opravě loukotí a obrouče je nutné nalisovat obruč na loukoť. Poté se ozubené kolo a obě kola nalisují na hřídel. Celá sestava se následně obrobí ve speciálním soustruhu tak, aby kola dostala potřebný profil. Poslední částí je renovace domků s ložisky. Domky je nutné kompletně rozebrat a vnitřní výstelky z bronzu je zapotřebí vyrobít nové podle původní výkresové dokumentace.

RENOVACE POHONŮ U VOZIDLA 4MT

Při prvním ohledání bylo zjištěno, že motory jsou k podivu v relativně dobrém stavu a po přeměření bylo zjištěno, že ani vynutí není poškozeno. Přesto byly oba motory rozebrány. Rotory byly zaslány na specializované pracoviště na převinutí. V obou motorech byla instalována nová kabeláž a též uložení rotorů bylo vyřešeno novými ložisky. Při měřeních se zjistilo, že obě hřídele rotorů jsou zdeformovány v oblasti kuželu, na který se upevňuje ozubené kolo-pastorek. Následně se rozhodlo o předání odborné firmě, která provedla nástřik kovu na kužel a kužel opravila do správných měr. Pastorky i ozubená kola byly vyrobeny nově podle dochované dokumentace. To samé platí o hřídelích. Hřídele též byly zadány k výrobě z důvodu velkého opotřebení. Zato kola skládající se z loukotí a obroucí, byly použity původní. Loukotě byly na mnoha místech prasklé, proto se přistoupilo k defektoskopii, kde poškozená místa byla označena. Následovalo vyvaření prasklin. Poté byly obrouče nalisovány zpět na loukoťová kola. Následovalo nalisování kol a ozubeného kola na novou hřídel. Po dokončení této operace byly nápravy upnuty mezi hroty do speciálního soustruhu, ve kterém byl stočen potřebný profil s danými rozměry na obou kolech. Pro doplnění se jedná o profil DPMB 004. Jak již to bývá, nikdy nic není ideální, a i zde nastala komplikace. Při soustružení byl zdeformován jeden z upínacích důlků tak, že se materiál vymačkal. Tento problém byl opraven zarovnáním plochy a opravením důlku soustružením. Ložiskové domky byly použity původní, avšak s novými bronzovými výstelkami, které bylo nutné vyrobít podle původní výkresové dokumentace. Skříň převodovek byly použity původní, avšak prošly kompletní opravou shodnou s karosérií.



Obr. 8 Poškozená hřídel (14.2.2019)



Obr. 9 Soustružení profilu kola na repasované nápravě (14.2.2019)

4.3.2 ELEKTROINSTALACE, SBĚRAČ A KONTROLÉR

OBECNÝ POSTUP PŘI RENOVACI ELEKTROINSTALACE, SBĚRAČ A KONTROLÉR

Elektroinstalace na vozidle se skládá ze dvou základních okruhů. První okruh je 24 V a slouží pro napájení některých přístrojů a dveří. Druhý má velikost 600 V a slouží k pohonu vozidla. Toto napětí je bráno přímo z troleje a na napětí 24 V se musí přeměnit ve voze. Tuto přeměnu je možné provést pomocí různých zařízení. Avšak ne všechna je možné v současné době z bezpečnostních důvodů používat. Příkladem může být zařízení nazývané srážecí odpor. Tato zařízení je vhodné nahradit dnes již velmi dobře dostupnými frekvenčními měniči. Další důležitá součást je elektroinstalace. Elektroinstalaci je doporučeno kompletně vyměnit, tak aby byl zajištěn bezpečný provoz.

Sběrač je doporučené rozebrat a celý zkontrolovat, jestli některé části nejsou zdeformovány nebo jinak poškozeny. Pokud jsou všechny části v pořádku, je nutné nanést novou ochrannou vrstvu, aby byly díly chráněny před povětrnostními vlivy.

Kontrolér je zařízení, které je srdcem celé tramvaje. Na tomto zařízení se určuje, kolik energie se přepínáním mezi jednotlivými stupni dodá motorům a tím se určuje velikost zrychlení, popřípadě zpomalení. Při renovaci je nutné přezkontrolovat, jestli jednotlivé kontakty se správně spínají a také míru opotřebení jednotlivých dílů. Pokud je zapotřebí tento díl renovovat, je doporučené přidělit renovaci specializované firmě.

RENOVACE ELEKTROINSTALACE, SBĚRAČE A KONTROLÉRU U VOZIDLA 4MT

U původní verze bylo napětí zmenšováno pomocí srážecího odporu. Bohužel, dnes z bezpečnostních důvodů tento způsob nelze použít. Na základě zkušeností byla zvolena metoda použití statického měniče. Problém nastal v okamžiku, kdy se sečetl veškerý potřebný výkon při provozu (otevírání dveří). V tomto okamžiku by jeden zvolený rozměrově vyhovující statický měnič byl výkonově nedostačující, proto byly zvoleny tyto měniče dva. Dále se rozhodlo, že odběrovou špičku bude doplňovat baterie, která bude v době běžného provozu dobíjena ze statických měničů. U vozidla byla kompletně vyměněna veškerá elektroinstalace. Zásuvky, kterými se spojují motorové a vlečné vozy, bylo nutné vyrobit nové podle vzoru zapůjčeného z TMB.

Sběrač byl nalezen rozřezán na kousky bez stojných trubek, proto jej bylo nutné nově poskládat a doplnit chybějící části. Nejprve byly použity elementy z nůžkového sběrače pro vozy T3, které následně byly nahrazeny novými, jež byly vyrobeny podle původní výkresové dokumentace. Je téměř zázrak, že se podařilo dát původní sběrač do pořádku vzhledem k původnímu stavu.



Obr. 10 Opravený sběrač (24.10.2018)

Kontrolér byl z vraku vozu byl v dřívější době demontován a sešrotován, proto bylo přistoupeno k pořízení jiného, ale podobného původnímu (původně z vozů typu 6MT). Kontrolér byl odkoupen od TMB a byl odeslán na kompletní renovaci do odborné firmy v Praze (Alfa Union, a. s). Problém nastal při sladování kontroléru s odporníkem. Původní kontrolér měl méně pracovních stupňů než nový a díky tomu byl odporník rozdělen na menší počet segmentů. Proto bylo nutné rozdělit odporník na více segmentů tak, aby jízdní stupně odpovídali zapojení odporníku. Odporníku byl použit původní, avšak odporové plechy, izolace a veškerá kabeláž byla vyměněna za novou.



Obr. 10 Repasovaný odporník (14.2.2019)

4.4 RENOVACE KOLEJNICOVÝCH BRZD A MECHANICKÝCH BRZD

OBECNÝ POSTUP PŘI RENOVACI KOLEJNICOVÝCH BRZD A MECHANICKÝCH BRZD

Brzdy u vozidel jsou nejdůležitější prvek. Bez funkčních brzd není možný bezpečný provoz vozidla. U dvounápravových tramvají klasické stavby je možné se setkat se třemi hlavními typy brzd: elektrodynamickou, mechanickou a u některých vozů také kolejnicovou. Renovace mechanických brzd spočívá v jejich kompletním rozložení, kontrole táhel, pák, pružin, obložení a dalších částí, zdali nejsou poškozeny nebo jinak zdeformovány. Je nutné vyměnit kompletně všechny čepy a šrouby. Ostatní díly musí být nově nalakovány tak, aby byly chráněny před vnějšími vlivy. Druhý typ brzd jsou kolejnicové. Ty je nutné kompletně rozebrat a prozkoušet staré vinutí. Je doporučeno nahradit staré vinutí vinutím novým, které má stejné parametry jako staré. Následuje výměna přívodní kabeláže a sestavení celé brzdy. Elektrodynamická brzda je součástí pohonu vozidla.

RENOVACE KOLEJNICOVÝCH BRZD A MECHANICKÝCH BRZD U VOZIDLA 4MT

U tramvaje 4MT je mezi podélnými nosíky podvozku umístěn mechanismus mechanické brzdy, který rozvádí brzdnu sílu ke všem kolům od řidičova stanoviště. Tento mechanismus byl kompletně vyňat a rozebrán na jednotlivé díly. Jednotlivá táhla, páky a pohyblivé prvky byly postupně analyzovány a kontrolovány. Protože se jedná o starý vůz a všechny brzdící síly jsou přenášeny pohyblivým pákovým mechanismem, který je nutné dobře seřídít, bylo nutné vyměnit všechny čepy a jinak opotřebované prvky, kde by hrozila nepřesnost při seřizování, nebo které byly v nevyhovujícím stavu. Kromě čepů se jednalo např. o brzdové špalky. Dále pak všechny díly kromě špalků a čepů byly natřeny ochrannou barvou, která se již použila na spodek karoserie a také na rám. Pro zajímavost, každý díl byl označen svým číslem tak, aby se nezaměnily dva sobě podobné.

Kolejnicové brzdy u vozidla 4MT fungují na rozdílném principu jako u nových tramvají. Rozdíl u kolejnicových brzd u historických vozů spočívá v napájení samotné brzdy. U dnešních tramvají např. T3, Vario LF, KT8D5 a dalších funguje elektromagnetická brzda nezávisle na běhu motorů. Je napájena vozovými bateriemi o napětí 24 V a díky tomu je brzda schopna pracovat i v okamžiku smyku kol a díky tomu není závislá na napětí vyrobeném při brždění motory. Tyto baterie se u starších vozů obvykle nepoužívají, takže kolejnicová brzda je plně závislá na elektrické energii, která je vyrobena při dynamickém brždění a pokud dojde k prokluzu mezi koly a kolejnicí, kolejnicové brzdy jsou nepoužitelné. Během renovace vozu 4MT byl návrh na změnu napájení brzdy podle vzoru moderních vozidel, a to z baterie s napětím 24 V, která se dnes běžně používá u již zmíněných soudobých vozů. Podmínkou by byla rekonstrukce celé kolejnicové brzdy, protože současná brzda je stavěna na napětí 600 V. Bohužel, tento plán se neuskutečnil, protože takový zásah do konstrukce vozidla není dle aktuálních předpisů drážního úřadu možný. Tímto bylo rozhodnuto o generální opravě kolejnicových brzd v dnešní podobě. Brzdy byly rozebrány na jednotlivé části. Cívky byly kompletně převinuty a též byla dosazena nová elektroinstalace.



Obrázek 11 Renovované páky a táhla pro mechanické brzy (24.10.2018)

4.5 RENOVACE INTERIÉRU

4.5.1 OBECNÝ POSTUP PŘI RENOVACI INTERIÉRU

Na renovovaném vozidle je mimo vnějšího vzhledu interiér vozidla nejvíce viditelnou částí renovace. Pokud se nepovede renovace interiéru, je velmi zhoršen pohled veřejnosti na celý vůz, a to i v okamžiku, kdy zbytek renovace se velmi podařil. Interiér si můžeme rozdělit na tyto hlavní části: Sedadla, obložení a podlahy, interiérové vybavení (například světla a okna). Ve většině případů jsou sedala ve velmi špatném stavu, a tak je zapotřebí je nejprve rozebrat. Kovový rám je nutné zbavit nečistot, popřípadě koroze a nanést na něj nový lak. Podsedáky a opěrky je nutné přechalounit a vyplnit novým plnidlem. Obložení interiéru je vhodné co nejvíce přizpůsobit původnímu stavu. Ve většině případů není možné použít původní podlahu a ani obložení, proto je nutné je vyrobit kompletně nové. Podlahu je doporučeno u většiny historických vozidel vyrobit z dubových prken, která jsou přišroubována k rámu. Dub je tvrdé a odolné dřevo a je zárukou pro dlouholeté bezpečné používání. Obložení je vhodné řešit ohebnými tenkostěnnými lepenými deskami, které je vhodné přichytit nastřelovacími sponkami na dřevěný rám. Výhoda těchto desek spočívá v jejich lehké instalaci, nízké pořizovací ceně a velké variaci odstínů. Interiérové vybavení a okna je vhodné použít původní. Velmi často se jedná o originální kousky a pořizovací ceny nových dílů jsou velmi vysoké. Pokud se díly nedochovaly, je vhodné zvážit nahrazení původních dílů novými, ale lépe dostupnými. Například světla s baňkami a žárovkami mohou být nahrazena LED svítidly, není-li to snadno identifikovatelné. U oken je vhodné použít původní mechanismus i díly, avšak problém nastává s použitím původních výplní. Dříve bylo možné použít běžné sklo. To dnes již není možné a všechna skla musí být kalena tak, aby při rozbití nezranili cestující.

4.5.2 RENOVACE INTERIÉRU U VOZIDLA 4MT

U našeho vozidla 4MT bylo nutné vyrobit kompletně nový interiér, protože výchozí stav byl tristní. Podlaha, stěny, sedadla a okna byla postupně vyrobena v ústředních dílnách (dále jen ÚD) v DPMB. Rám sedadel, který je tvořen tenkostěnnými trubkami, bylo nutné zadat na výrobu na zakázku firmě podle dokumentace, která byla vytvořena podle vzoru originálních sedadel, jež se nachází ve stejném typovém voze v depozitáři TMB, který však byl již dříve renovován. Vytvoření čalounění podsedáků a opěradel proběhlo na odborném pracovišti ÚD (čalounická dílna). Vnitřní osvětlení bylo vytvořeno nové, též podle vzorového vozu 4MT v TMB. Osvětlení vozu bylo zachováno původní pomocí 220 V žárovek v okruzích po 3-4 žárovkách (napájeno ze sítě 600 V přímo). Podlaha byla vyrobena z dubových desek a po položení nalakována. Stejný materiál byl použit též pro vytvoření dřevěného rámu, na který bylo uchyceno obložení, které tvoří celý interiér vyjma podlahy. V celém interiéru byly použity dva odstíny obložení. Strop dostal bílé, boční stěny světle hnědé. Okenní mechanismy byly částečně repasovány a částečně vyrobeny jako nové. Následně do nich byla vložena nová skleněná výplň tvořená kaleným sklem. Tento materiál nemohl být použit u čelního skla. Zde bylo nutné použít dle platných norem lepené sklo. Poslední část renovace tvořily dveře, které rovněž prošly kompletní renovací.

5 SESTAVENÍ VOZIDLA

Při poslední části renovace, kterouž je skládání jednotlivých dílů do funkčních celků je nutné mít dobré znalosti, jak dané celky fungují a taktéž znát samotné postupy sestavování daných prvků. Historická vozidla se vyznačují svojí různorodostí v oblasti provedení. To je způsobeno velkým množstvím výrobců tramvají v historii. V první fázi je nutné mít dokončenou renovaci, popřípadě výrobu všech dílů tak, aby bylo možné skládat jednotlivé dílce. Pokud není dokončena renovace některých dílů, je možné sestavovat podsestavy a připravovat se na hlavní montáž, ale není vhodné skládat hlavní prvky, neboť může dojít k přeskočení některého pracovního postupu. Po kompletním sestavení, v druhé fázi, se dané celky seřídí.

5.1 SKLÁDÁNÍ POHONU, RÁMU A BRZD

5.1.1 OBECNÝ POSTUP

Nejprve je zapotřebí mít připraveny všechny díly pro brzdy. Ty jsou umístěny v podvozku a je nutné je poskládat ještě před samotnou montáží. Brzdový mechanismus je nutné poskládat přesně podle předlohy nebo podle původního uspořádání. Samotný mechanismus se ponechá v uvolněném stavu, aby jej bylo možné seřídít po zavázání podvozku pod karoserii. Pohony se skládají z motorů, náprav a převodovek. Nejprve je nutné zavázat sestavené nápravy (s koly a převodovými koly) a následně uchytit motory do podvozku. Zároveň s nápravami je umístěno uložení náprav-ložiskové domky a odpružení nápravy. Ložiskové domky zajišťují kluzné uložení pro nápravy a zároveň umožňují pohyb nápravy ve vertikálním směru, což v kombinaci s listovou pružinou umístěnou mezi domkem a rámem zajistí pohodlné cestování. Během montáže je nutné překontrolovat uložení převodovky, respektive souhlasnou pozici pastorku motoru a ozubeného kola, které je umístěno na hřídeli nápravy. V poslední fázi je nutno doplnit do rámu kolejovou brzdu, pokud je jí vozidlo vybaveno.

5.1.2 SKLÁDÁNÍ VOZIDLA 4MT

V první fázi bylo zapotřebí do podvozku vložit mechanické brzdy. Tato operace byla náročná na prostor. Všechny díly bylo nutné dosadit na své původní místo tak, aby byla zajištěna správná funkce. Všechna táhla a další díly brzd se ponechaly v uvolněném stavu tak, aby byla zlepšena pohyblivost mechanismu. V druhé části následovala montáž náprav a pak motorů. Před samotným uložení náprav do rámu bylo nutné na konce os vložit domky s kluznými ložisky. Domky mají na bocích drážky, které zajišťují pohyb nápravy ve svislém směru. V těchto drážkách je uchycena náprava a zároveň toto spojení zajišťuje jeden stupeň volnosti ve vertikálním směru tak, aby bylo zajištěno odpružení vozidla. Celé pružení u našeho vozidla je zajištěno listovými a současně i vinutými pružinami, která byla vožena mezi domek a rám. V poslední části byla do rámu nainstalována kolejová brzda. Tato soustava dílů je nesena vlastním rámem, který je uchycen k hlavnímu nosnému rámu.

5.2 SKLÁDÁNÍ INTERIÉRU

5.2.1 OBECNÝ POSTUP

Při sestavování interiéru je nutné nejprve začít podlahami a obložením stěn. Při této fázi se též připravuje elektroinstalace pro silnoproudé okruhy (například kabeláž z odporníků do motorů) a také pro slaboproudé okruhy, které ovládají dveře, vnitřní signalizaci, směrovky apod. Po dokončení této fáze následuje instalace osvětlení, oken, dveří a stanoviště řidiče. Na závěr je zapotřebí doplnit sedadla.

5.2.2 SKLÁDÁNÍ VOZIDLA 4MT

Interiér vozidla byl z velké části připraven při renovaci. Jednalo se hlavně o podlahy a obložení stěn. Nyní se zaměříme na dokončující práce v interiéru. Při samotné montáži bylo nejprve nutné namontovat dveře a jejich pohony. V další fázi následovalo nainstalování kontroléru a stanoviště řidiče se všemi ovládacími prvky pro vozidlo. Mezi tyto prvky patří ovládací páky pro brzdy, ovládací panel a další ovládací prvky (např. šlapky výstražného mechanického zvonce a pískovače). V následující fázi byly nainstalovány sedačky pro cestující a pro řidiče včetně mezistěny řidiče.



Obr. 12 Detail montáže stanoviště řidiče (10.4.2019)

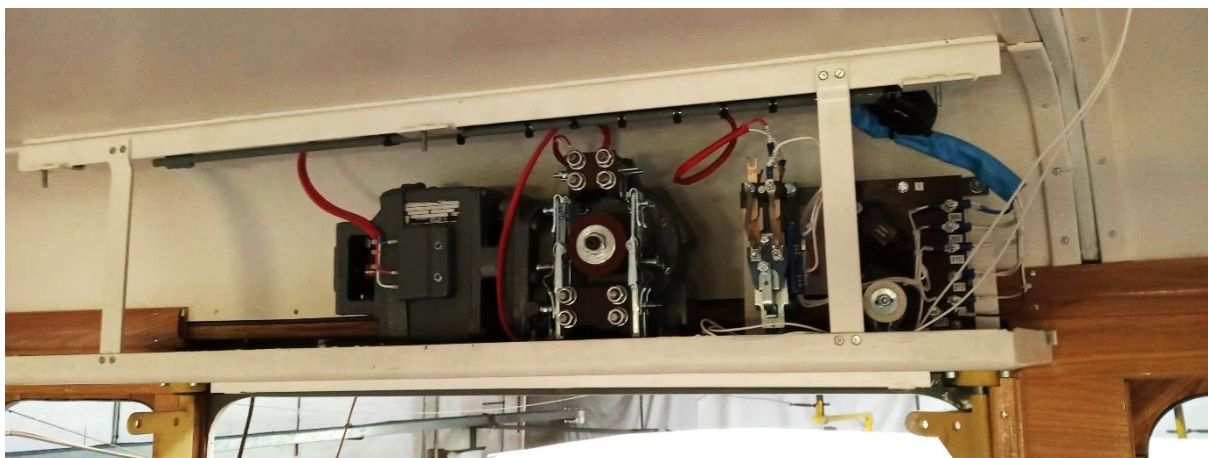
5.3 SKLÁDÁNÍ CELÉHO VOZIDLA

5.3.1 OBECNÝ POSTUP

V poslední fázi při renovaci vozidla je nutné doplnit na vůz všechny chybějící prvky. Ač na první pohled mohou být skryty, ve skutečnosti jsou často srdcem celého vozidla. Nejprve je nutné doplnit na vůz prvky pro regulaci elektrické energie pro motory. U historických vozidel se většinou jedná o odpory. Další důležitý prvek je zařízení pro změnu elektrické energie ze silnoprůdého okruhu pro slaboprůdý okruh. V dnešní době je vhodné použít statický měnič. Nedílná součást vozidla je také sběrač. Ten se umístí na střešku vozu. Na závěr této části je nutné umístit na vozidlo všechny připojovací zásuvky, vnější osvětlení a další komponenty.

5.3.2 SKLÁDÁNÍ VOZIDLA 4MT

Po dokončení sestavení rámu s pohony a karoserie s interiérem byla karoserie navázána na podvozek. Též byly namontovány i odporníky s krytem na spodní část karoserie. Do zadní části vozidla pod podlahu byly nainstalovány statické měniče, které budou zajišťovat přeměnu napětí 600 V z troleje na napětí 24 V. Pro tento účel bylo dříve použito srážecího odporu, avšak jeho použití dnes není z bezpečnostních důvodů možné. Nevýhoda statického měniče spočívá v jeho provozu, neboť měnič je zapotřebí větrat a zároveň nedostatek místa ve voze nebo pod vozem dovozovaly pořídit toto zařízení pouze v malých rozměrech. Proto bylo rozhodnuto o zakoupení dvou těchto měničů a zároveň pořízení baterie, která se v průběhu jízdy bude dobíjet a v odběrové špičce doplní chybějící výkon. V další fázi byl na střešku vozidla umístěn sběrač. Zároveň bylo doplněno veškeré vnější osvětlení a zásuvky pro řízení vlečného vozidla.



Obr. 13 Montáž mechanismu otevírání dveří (10.4.2019)

5.4 DOKONČOVACÍ PRÁCE

5.4.1 OBECNÝ POSTUP

Do dokončovacích prací lze zahrnout všechny operace spojené s doplněním chybějících prvků, které se však budou lišit lokací renovace a také typem vozidla. Mezi tyto operace můžeme zařadit doplnění informačních tabulí, příkazových štítků nebo doplnění interiéru dle dobových zvyklostí. Na závěr je nutné seřídít všechny mechanické a elektrické prvky. Poté následuje oživení vozidla-zkouška funkčnosti všech prvků ať mechanických nebo elektrických a po zdárném průběhu může vůz absolvovat první zkušební jízdu.

5.4.2 DOKONČOVACÍ PRÁCE NA VOZE 4MT

Vůz 4MT je již svým původem výjimečný. Tato skutečnost podtrhuje specifické vlastnosti tohoto vozu. Důležitým prvkem doplněným do interiéru byla pokladna pro průvodčího, která byla celá nově vyrobena. Dále se jedná např. o doplnění dobových informačních a příkazových nápisů a cedulek. Na závěr došlo k oživení vozidla. Byly přezkoušeny a seřizeny všechny funkční prvky, například mechanické brzdy. Dále pak následovalo přezkoušení všech elektrických částí a prvků a kontrola správného chodu. Po zdárném průběhu byl vůz připraven na první zkušební jízdu.



Obr. 14 Svařený rám pro sedadlo (10.4.2019)

6 SCHVALOVACÍ PROCES VOZIDLA

6.1 OBECNÉ SCHVALOVÁNÍ VOZIDLA:

Pro schválení renovovaného vozidla vydal Drážní úřad (dále jen DÚ) metodický pokyn, který vychází ze zákona č. 266/1994 Sb. a dalších předpisů. Tento pokyn určuje podmínky kladené na pracovníky vykonávající Technicko-bezpečnostní zkoušku (dále jen TBZ) a dále pak určuje průběh a podmínky pro schválení daného vozidla pro provoz s cestujícími. Následující text je výňatkem z metodického pokynu DÚ:

13. Zkušební metody a postupy k provádění TBZ drážních vozidel by měly obsahovat nejméně:

- a) posouzení a vyhodnocení technické dokumentace drážního vozidla z hlediska věcné správnosti, úplnosti, bezpečnosti zařízení a možných rizik,
- b) posouzení a vyhodnocení dokladů předložených výrobcem nebo dodavatelem drážního vozidla vyhotovených v průběhu výroby, montáže, průběžných kontrol a zkoušek drážního vozidla (měrové listy, zprávy o revizích UTZ, protokoly o technické prohlídce a zkoušce UTZ apod.), včetně typového osvědčení o potvrzení shody se schváleným typem,
- c) posouzení prohlášení o shodě na jednotlivé prvky vozidla,
- d) vizuální prohlídku a měření rozhodujících rozměrů vozidla z hlediska shody s předloženou technickou dokumentací a z hlediska požadavků souvisejících právních předpisů a technických norem,
- e) kontrolu provozních parametrů měřením,
- f) funkční zkoušku jednotlivých prvků a celého vozidla,
- g) specifické zkoušky podle jednotlivých druhů drážních vozidel zaměřené na kontrolu mechanických a elektrických vlastností, brzdových vlastností, jízdních a provozních vlastností, zkoušku variant provozních a poruchových stavů apod.,

Zdroj: [5]

6.2 SCHVALOVACÍ PROCES U VOZU 4MT

Sepsány technické podmínky k vozu 4MT (kompletní technický popis) – provedeny revize UTZ-E (určené technické zařízení – elektrické) – podklady zaslány na DÚ k vydání rozhodnutí o zkušebním provozu (DÚ stanovil podmínky, co se musí s vozem udělat, aby jej po splnění podmínek schválil, mohou to být například další revize, zkoušky, určení počtu ujetých zkušebních kilometrů s cestujícími a bez cestujících) – splňování podmínek – podklady zaslány na DÚ – vydán průkaz způsobilosti drážního vozidla (obdoba velkého technického průkazu k osobnímu motorovému vozidlu)

ZÁVĚR

Cílem této práce byla tvorba metodického návodu pro renovaci kolejových vozidel městské hromadné dopravy. Tato metodika byla aplikovaná na konkrétní vůz. Jako vedlejší výsledek práce bylo vytvoření fotodokumentace z renovace tramvaje.

Nejprve bylo nutné získat přístup k informacím ohledně renovace tramvají a zároveň mít zajištěn přístup k tramvaji 4MT. Tento přístup k oběma složkám byl autorovi poskytnut díky velké ochotě zaměstnanců Dopravního podniku města Brna, a.s., kteří mu vyšli maximálně vstříc. A to jak při konzultacích ohledně renovace tramvaje, tak i při poskytování potřebných dokumentů. Poté již následovala samotná fáze dokumentování renovace tramvaje. Všechny pracovní postupy byly řádně prokonzultovány se zkušenými pracovníky a na základě těchto poznatků bylo možné vytvořit metodiku základních prací pro renovaci historické tramvaje. Samotná renovace historické tramvaje stále ještě probíhá, takže nebylo možné se dostat přímo k dokončovacím pracím, avšak popis závěrečné fáze renovace byl autorovi poskytnut od zkušených zaměstnanců, kteří renovovali již několik historických tramvají a správnost postupů je tak zaručena.

Hlavním výstupem práce je vypracování metodiky přehledu základních prací při renovaci historické tramvaje s aplikací na renovaci historické tramvaje 4MT. Vedlejším výstupem je vytvoření fotodokumentace z renovace tramvaje 4MT. Další výstupy, které byly nad rámec cílů, byly získání části výkresové dokumentace k tramvaji, přístup k historickým fotografiím vozidel 4MT a taktéž získání dokumentů spojených s tramvají 4MT. Jako další nečekaný výsledek je úzká spolupráce se zaměstnanci Dopravního podniku města Brna, a.s., která může pokračovat i do budoucna. Autorovi byla nabídnuta možnost použít práci jako předlohu pro tvorbu nové brožury. Tato brožura bude informovat o průběhu renovace tramvaje 4MT a bude volně dostupná veřejnosti.

Hlavní přínos této práce spočívá v možnosti použít tuto práci jako návod k renovaci historického kolejového vozidla pro městskou hromadnou dopravu. Dalším přínosem je zdokumentování renovace tramvaje 4MT.

Po celkovém shrnutí je možno konstatovat, že tato práce splnila všechny cíle položené na začátku a v některých ohledech byly cíle překonány.

POUŽITÉ INFORMAČNÍ ZDROJE:

- [1] NESIBA, Zdeněk. *100 let elektrické pouliční dráhy v Brně: 1900-2000*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Dopravní vydavatelství Wolf, 2000.
- [2] KOCMAN, Tomáš. *Historická vozidla MHD ve sbírce Technického muzea v Brně*. Vyd. 1. Praha: Dopravní vydavatelství Malkus, 2009. ISBN 978-80-87047-17-0.
- [3] Projekt 150. In: *PROJEKT 150: 150 LET MHD BRNO* [online]. Brno: Dopravní podnik města Brna, a.s., 2019 [cit. 2019-05-13]. Dostupné z: <http://projekt150.cz>
- [4] JIRKA, Jindřich a Vladimír ZEMAN. *Královopolská strojírna - Brno: 1889- 1979*. Vyd. 1. Brno: Královopolská strojírna, 1979.
- [5] *Metodický pokyn pro ověřování způsobilosti právnických osob k provádění technickobezpečnostních zkoušek drážních vozidel*. In: . Praha: Drážní úřad, 2006, ročník 2006, Č. j.: 1-1134/06-DÚ. Dostupné také z: https://www.ducr.cz/images/drurad/dokumenty/technici/MP_06-1134.pdf

SEZNAM PŘÍLOH

P1: Detail karoserie vozidla po vyvaření a vybroušení

P2: Kolejnicové brzdy po renovaci

P3: Karoserie vozidla po vyvaření a vybroušení

P4: Připravené zásuvky na montáž poté, co byly přivezeny ze slévárny

P5: Interiér tramvaje při montáži bočních stěn

P6: Obrábění kol nápravy na speciálním soustruhu

P7: Detail mechanismu pro vysouvání a zasouvání okna

P8: Tramvaj při montáži interiéru

Výkresová dokumentace:

- ROZMÍSTĚNÍ SEDADEL – 16H00639
- NÁPRAVA (OSA SOUKOLÍ) – 16H00897



P1: Detail karoserie vozidla po vyvaření a vybroušení



P2: Kolejnicové brzdy po renovaci



P3: Karoserie vozidla po vyvaření a vybroušení



P4: Připravené zásuvky na montáž poté, co byly přivezeny ze slévárny



P5: Interiér tramvaje při montáži bočních stěn



P6: Obrábění kol nápravy na speciálním soustruhu



P7: Detail mechanismu pro vysouvání a zasouvání okna



P8: Tramvaj při montáži interiéru